FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

ANNÉE 1937 N° 33

Thèse présentée pour le Doctorat en médecine

PAR

PIERRE LEDOUX
né à ROSHEIM (Bas-Rhin), le 16 mars 1912

Contribution à l'étude des maladies professionnelles des soudeurs

Président : M. CHAVIGNY, Professeur

1937
IMPRIMERIE ST-THOMAS
STRASBOURG-NEUDORF

FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

ANNÉE 1937

N° 33

Thèse présentée pour le Doctorat en médecine

PAR

PIERRE LEDOUX

né à **ROSHEIM** (Bas-Rhin), le 16 mars 1912

Contribution à l'étude des maladies professionnelles des soudeurs

Président: M. CHAVIGNY, Professeur

1937

IMPRIMERIE ST-THOMAS

STRASBOURG-NEUDORF

FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

Doyen ..... MM. FORSTER ✻ ✪ I.
Assesseur ..... WEILL ✻ ✪ I.

Professeurs :

Embryologie	MM. ANCEL ✻ ✪ I.
Anatomie	FORSTER ✻ ✪ I.
Histologie	BOUIN O. ✻ ✪ I.
Physiologie	SCHAEFFER ✪ I.
Physique biologique	VLES ✻ ✪ I.
Chimie biologique	NICLOUX O. ✻ ✪ I.
Anatomie pathologique	MASSON ✻ ✪ I.
Pharmacologie, Médecine expérimentale ..	SCHWARTZ ✪ I.
Hygiène, Bactériologie	N.....
Médecine légale	CHAVIGNY C. ✻ ✪ I.
Clinique médicale	MERKLEN ✻ ✪ I. AMBARD ✻ ✪ I.
Clinique chirurgicale	LERICHE O. ✻ ✪ I. STOLZ ✻ ✪ I,
Clinique ophtalmologique	WEILL ✻ ✪ I.
Clinique dermatologique	PAUTRIER O. ✻ ✪ I.
Clinique psychiatrique	PFERSDORFF ✻ ✪ I.
Clinique neurologique	BARRE ✻ ✪ I.
Clinique gynécologique et accouchements	REEB ✪ I.
Clinique infantile	ROHMER ✻ ✪ I.
Clinique oto-rhino-laryngologique	CANUYT ✻ ✪ I.
Hydrologie thérapeutique et Climatologie..	N.....

Professeurs sans chaire :

MM. ARON Max ✪ I.
BELLOCQ ✪ I.
GERY ✪ I.

Chargés de cours et Agrégés :

MM. BENOIT ✪ A.
FONTAINE ✪ A.
GELMA ✻ ✪ I.
GUNSETT O. ✻ ✪ I.
HANNS O. ✻ ✪ I.
HUMBERT ✻ ✪ A.
KAYSER ✪ A.
KELLER ✪ I.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

MM. KREIS ✪ A.
LE GUYON
REISS
SIMONIN ✻ ✪ A.
THIVOLLE ✪ A.
VAUCHER ✻ ✪ I.
WAITZ
WEISS A. ✻ ✪ A.
WOLF ✪ A.

Agrégé libre : M. SIMON ✻ ✪ A.

Directeur de la Clinique dentaire : M. ROMEY O. ✻ ✪ A.

Chargé d'un cours complémentaire :

MM. MEYER M. ✪ A.
ROEDERER ✪ A.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE,
LE DOCTEUR LEDOUX.

qui, le premier, nous fit connaître la beauté
et les servitudes de la médecine.

A MA MÈRE,

faible témoignage de piété filiale.

A MES PARENTS ET AMIS.

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE,

MONSIEUR LE PROFESSEUR CHAVIGNY,

Médecin général de l'armée,

Commandeur de la Légion d'honneur,

Directeur de l'Institut de médecine légale

de la Faculté de médecine de Strasbourg,

qui a bien voulu nous inspirer le sujet de notre thèse et qui, dans notre travail, nous a été d'un grand conseil. Nous lui devons toute notre reconnaissance.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PAUTRIER,

Officier de la Légion d'honneur,
Directeur de la Clinique dermatologique
de la Faculté de médecine de Strasbourg,

en souvenir d'une année d'internat provisoire.

A MONSIEUR LE DOCTEUR KUHLMANN,

Chirurgien en chef de l'Hôpital civil de Colmar,

en souvenir de l'année cordiale passée dans son service.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR KLEINKNECHT,

Officier de la Légion d'honneur,

Chirurgien et Médecin chef de l'Hôpital civil de Mulhouse.

A NOTRE MAITRE LE DOCTEUR MULLER,

Médecin chef du service de gynécologie et d'obstétrique de l'Hôpital civil de Mulhouse;

qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude et de notre reconnaissance pour tout ce qu'il nous a appris.

Contribution à l'étude des maladies professionnelles des soudeurs

Pour répondre à ses besoins, l'industrie moderne est obligée d'étendre à l'infini le champs où elle puise ses matières premières. Chaque jour de nouvelles substances viennent s'ajouter aux produits déjà connus et chaque jour des produits que l'on croyait connaître à fond révèlent des côtés nouveaux. En présence de ce polymorphisme, l'organisme humain aura des réactions inconnues jusqu'alors. Pendant que la loi prévoit des maladies professionnelles par intoxication dues à des substances connues de longue date, comme le plomb et le mercure, l'expert se trouvera subitement en présence d'une maladie nouvelle, concordant avec la manipulation d'un des produits nouveaux et qu'aucune loi ne prévoit.

Il peut y avoir des intoxications d'accident du travail par des produits imprévus. La difficulté en expertise est d'orienter les recherches du toxicologue sur la catégorie des produits dont il peut être question. Ainsi, par exemple, un couple est brusquement intoxiqué dans une chambre par des émanations d'un poêle voisin. On n'avait nullement songé qu'il puisse s'agir d'oxyde de carbone, puisqu'on avait commencé par supposer qu'il s'agissait d'une intoxication alimentaire, sous prétexte qu'il y avait des vomissements.

De même encore, dans une région où une usine nouvelle venait de s'installer, comme il y avait des cas de mort parmi les ouvriers, on avait commencé à penser à une intoxication par l'arsenic, le plomb, etc... En réalité, il s'agissait simplement de benzol.

Il est nécessaire, en médecine légale, que le médecin légiste situe les recherches toxicologiques, leur donne un axe. Quand une enquête médico-légale a été bien faite, l'analyse toxicologique est un contrôle au lieu d'être un voyage de découverte.

Pour faciliter l'étude des maladies professionnelles des soudeurs, nous consacrerons une grande partie de cet ouvrage à la soudure autogène. Quand nous serons au courant de

tous les produits qui peuvent se dégager au cours d'une opération de soudure, nous pourrons mettre en cause tel ou tel corps et demander au toxicologue de vérifier le bien-fondé de nos soupçons.

Mais il est des cas où on ne peut arriver à déterminer le produit toxique, les soupçons d'intoxication se basant uniquement sur les données cliniques. Ces cas ne sont pas admis par la loi. Elle ne reconnaît un accident du travail ou une maladie professionnelle que s'il y a preuve nette d'intoxication par un produit déterminé.

Les deux observations, qui sont à l'origine de ce travail, n'ont pas été classées: accident du travail. En effet, jusqu'à présent, nous n'avons pas de preuve nette d'intoxication, nous ne connaissons pas le produit toxique qui puisse particulièrement retenir notre attention. Et pourtant les données cliniques sont trop séduisantes pour ne pas songer à une relation de cause à effet entre une substance X dégagée au moment des travaux de soudure et la maladie de Hodgkin, présentée, peu après, par nos deux ouvriers.

Quand le climat de la maladie fait penser à une intoxication professionnelle, il faut étudier toutes les données de l'affaire. L'étude technique approfondie du genre de travail incriminé met souvent en relief certains détails qui, jusqu'alors, avaient paru insignifiants.

Pour démêler nos deux cas, nous allons avancer dans cet ordre d'idées. Après la relation des observations, nous ferons une étude de toutes les catégories de soudure en insistant tout particulièrement sur la soudure autogène.

Nous essayerons de dépister tous les produits toxiques qui se dégagent au moment des opérations de soudure, et de trouver leur action sur l'organisme.

Enfin, le contrôle toxicologique de nos deux cas ne pouvant être fait par suite du décès des sujets, nous devrons raisonner par la méthode des comparaisons. Nous chercherons dans la littérature les cas de maladies professionnelles mortelles chez les soudeurs.

CHAPITRE PREMIER.

OBSERVATION SCH.

Sch. Auguste, âgé de 32 ans. Dans ses antécédents nous ne trouvons que des entorses, fractures, contusions sans gravité. Tout au plus peut-on relever une appendicite aiguë au début de 1934 et qui guérit normalement. C'est dans cette année 1934 que ses qualités de manœuvre amènent Sch. à travailler aux fortifications pour le compte de la maison N. Celle-ci montait les appareils de ventilation. Sch. travaillait dans la chambre des filtres. Dans cet endroit on était occupé à souder à l'autogène des tuyaux de tôle galvanisée. Les conditions de travail dans cette chambre étaient les suivantes: la salle a 30 m de long, 4 de large et 6 de haut. Les conditions d'aération sont précaires, celle-ci est assurée par les escaliers et la montée d'ascenseur. Le travail s'y faisait pendant 10 heures dans la journée avec interruption de midi à 13 h. Là, les hommes sortaient. La soudure est pratiquée au moyen d'oxygène et d'acétylène dissous dans de l'acétone. Les ouvriers travaillent sans masque. Les indispositions des hommes y travaillant étaient fréquentes. Tous les attribuaient aux émanations des gaz au moment des soudures. C'est là que Sch. travaillait comme manœuvre pendant un mois environ. Dès le début du travail il se plaint d'inappétence et d'asthénie progressive, le mettant tout de suite sur le compte des émanations de gaz au moment de la soudure. Le soir, quand il rentrait chez lui, il ne demandait qu'à dormir. Au bout de trois semaines exactement il quitte son travail, incapable de continuer. Chez lui, le premier médecin songe à une hépatite, puis, comme le malade présente une asthénie progressive avec fatigue, dyspnée, vertige, on le transporte à l'hôpital H. Là on est frappé par une adénopathie généralisée à prédominance cervicale. On pose le diagnostic de maladie de Hodgkin atypique avec altération sanguine du type leucémique. Après deux mois d'hospitalisation, le malade rentre chez lui où il meurt quatre mois après avec des signes d'anémie marquée et d'ascite terminale.

En résumé nous nous trouvons en présence d'une maladie de Hodgkin qui se caractérise par une adénopathie généralisée, une altération sanguine et une évolution rapide. Mais ce qui est plus troublant dans cet état de chose, c'est la coïncidence du début de la maladie avec le travail dans une atmosphère remplie d'émanations de soudure autogène. Il s'agit de savoir quel peut être la nature de ces émanations gazeuses.

Se produit-elle au moment de la soudure? Ou bien aurait-elle pour point de départ les bombes d'oxygènes et d'acétylène dissous employés? Nous allons essayer d'élucider cette question par une étude technique de la soudure autogène.

Mais avant de passer à ce chapitre, nous allons citer une deuxième observation. Son identité presque absolue avec la première est un fait à noter.

OBSERVATION Kr.

Kr., âgé de 27 ans, mécanicien, n'a jamais été malade auparavant. Depuis 1934 il est occupé aux travaux de fortifications. Depuis six mois il soudait à l'autogène de la tôle galvanisée. Cette opération s'effectuait dans des casemates très peu aérées. Dans le chantier, souvent, des ouvriers étaient pris de malaise et devaient interrompre leur travail. Kr. se porte malade au mois de mai et est hospitalisé au même hôpital de H. que Sch. On y porte le diagnostic de maladie de Hodgkin atypique à évolution très aiguë. Il est décédé cinq semaines après s'être porté malade.

Comme nous l'avons fait remarquer, les deux observations sont superposables, avec cette différence que la maladie de Kr. évolua avec beaucoup plus de rapidité.

CHAPITRE DEUXIEME.

Les procédés de soudure, leurs applications, leurs dangers.

Depuis très longtemps on connaît des procédés de liaison de deux pièces de métal, par l'interposition d'un liant métallique susceptible d'adhérer énergiquement, après solidification, à ces pièces. Déjà les Romains s'en servaient. Et les tuyauteries des Thermes de Pompéi étaient soudées au plomb. Nous verrons que les progrès dans la soudure iront de pair avec ceux des sciences physiques. Et chaque fois que l'homme de laboratoire avait trouvé le moyen de réaliser des températures plus élevées, le technicien put faire un pas en avant à la soudure. Nous trouverons entre les 300 degrés de la soudure au plomb et les 3.900 degrés de la dernière-née, la soudure à l'hydrogène atomique, toute une gamme de procédés que nous allons étudier successivement. Nous nous arrêterons particulièrement aux procédés de soudure autogène, qui, par l'extension qu'ils prennent dans l'industrie actuelle, présentent le plus vaste champ à l'étude des maladies professionnelles des soudeurs. En passant en revue les procédés de soudure, nous cherchons chaque fois les produits toxiques auxquels un soudeur peut être exposé. Ils peuvent se résumer en trois catégories:

1) Des produits de combustion incomplète.

2) Des vapeurs métalliques.

3) Des impuretés dans les produits commerciaux employés.

I. *SOUDURES HÉTÉROGÈNES.*

La soudure hétérogène, c'est le procédé qui consiste à réunir des pièces métalliques de même nature, après interposition d'un métal ou alliage de composition différente destiné à faciliter la liaison.

La soudure au plomb.

La soudure au plomb, encore appelée soudure tendre, consiste à assembler deux pièces de métal par un alliage de plomb et d'étain. Cet alliage peut avoir des proportions variables, et son point de fusion siège entre 250 et 300 degrés. Cette soudure est employée dans les travaux de plomberie et de ferblanterie, pour les fabrications ne nécessitant pas de grandes solidités.

La brasure.

La brasure, aussi appelée soudure forte, consiste à réunir entre elles les pièces métalliques au moyen d'un métal plus fusible, mais fondant cependant à haute température. C'est ainsi que l'on brase le fer avec du cuivre, le cuivre avec du laiton, ou ces métaux et alliages entre eux. Les parties à réunir devront être portées au rouge; la brasure se fait au feu de forge ou au chalumeau.

La soudure à la forge.

La soudure à la forge, connue depuis la plus haute antiquité, s'obtient en réunissant, par un martelage énergique, deux pièces portées à la température dite du blanc soudant. Ces pièces doivent avoir leurs extrémités préparées en forme «d'amorce». La soudure obtenue n'est généralement pas parfaite à cause de l'interposition, dans les parties soudées, d'oxydes ou scories, qui diminuent la résistance du joint réalisé.

La soudure au gaz à l'eau.

La soudure au gaz à l'eau est du même ordre que la soudure à la forge, avec cette différence que les pièces sont portées à haute température par la flamme de combustion du gaz à l'eau. Ce gaz est obtenu en faisant passer de la vapeur d'eau sur du charbon porté au rouge. Il se forme de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone.

Ces quatre procédés de soudure, que l'on peut qualifier de soudure hétérogène, se caractérisent par la tempréature relativement basse employée. Par ce fait les soudeurs seront exposés surtout à des produits toxiques provenant de combustions incomplètes. Les intoxications, s'il s'en produit, seront dues dans la grande majorité à l'oxyde de carbone. Leur symptomatologie est suffisamment connue pour que nous y insistions.

De toutes les vapeurs métalliques, celles de plomb peuvent se dégager aux températures usitées. Mais les quantités de plomb employées ne sont pas assez grandes sans doute, pour que les vapeurs qui s'en dégagent puissent incommoder les soudeurs. En tout cas nous n'avons pas trouvé dans la littérature étudiée de cas d'intoxication chez les soudeurs.

II. *SOUDURE AUTOGENE.*

Les soudures dites autogène se différencient des soudures hétérogènes étudiées jusqu'à présent, par le fait que l'union des deux pièces à souder est faite *sans* interposition d'un métal ou alliage de composition différente. L'assemblage des pièces métalliques par fusion de leurs bords a été pratiquée de tous temps, dans la mesure où les sources de chaleur, dont on disposait, permettaient d'obtenir ce résultat. Dans les siècles précédents on se bornait à souder les métaux à bas point de fusion: le plomb, l'étain et leurs alliages, parce qu'aucune flamme ne pouvait localement fondre les métaux usuels: fer, acier, cuivre, fonte, etc.

Dès le siècle dernier, en 1837, Desbassayns de Richmont se servait d'un chalumeau aéro-hydrique (air plus hydrogène) pour fondre le plomb. Vers 1850 Saint-Claire Deville, avec un chalumeau oxhydrique (hydrogène plus oxygène), obtenait la fusion du platine. Dès 1855 on proposa l'arc électrique comme moyen de soudure; on n'y réussit pas, parce que les phénomènes accompagnant la fusion rapide et localisée des métaux n'étaient pas étudiés. Si le procédé de soudure au chalumeau oxhydrique n'eut pas d'application industrielle, c'est que le prix de revient de l'hydrogène était trop élevé et que la combustion de l'hydrogène produit une grande quantité de vapeur d'eau. La fusion du fer, métal universellement employé, fut difficile à réaliser correctement en raison de l'oxydation importante causée par cette vapeur d'eau. Il était remarqué que, seul, pouvait se développer un procédé de soudure qui permettait d'obtenir facilement la fusion du fer. Aussi la soudure oxhydrique devait-elle céder le pas à la *soudure oxy-acétylénique,* au début de notre siècle; malgré l'abaissement considérable du prix de l'hydrogène.

La synthèse de l'acétylène, réalisée en 1860 par Berthelot, est à l'origine de la mise en pratique du chalumeau

oxy-acétylénique. La découverte du carbure de calcium par Moissan (1892) et les travaux de Georges Claude, rendant industrielle l'extraction de l'oxygène de l'air liquide, abaissèrent fortement le prix de revient des deux gaz et permettent à la soudure au chalumeau oxy-acétylénique d'être appliquée sur une grande échelle.

La *soudure à l'arc électrique* est connue depuis longtemps. En 1881, Bernados en fait la première application. L'arc jaillissait entre la pièce à souder et une baguette de charbon. Vers 1890, Slavianoff eut l'idée de remplacer le charbon par une baguette de même nature que la pièce à souder. Un tel arc était instable et la soudure médiocre. Quand Kjelberg eut l'idée d'enduire l'électrode de produits destinés à le stabiliser, la soudure à l'arc put être envisagée comme un procédé industriel.

Les phénomènes électriques peuvent également produire de la chaleur en utilisant ce que l'on appelle l'effet joule, qui consiste à maintenir les deux pièces à souder au contact et à les faires parçourir par un courant intense, la chaleur dégagée, grâce à la résistance de contact des deux pièces, suffit à fondre les deux extrémités à souder.

Il existe enfin un quatrième procédé de soudure tout récent. C'est la *soudure à l'hydrogène atomique*. La chaleur est produite par un arc électrique, mais le transport de la chaleur se fait au moyen de l'hydrogène (H2). A la température de l'arc, Langmuir a trouvé que l'hydrogène (H2) se dissocie en deux atomes (H), absorbant pour cette transformation la chaleur de l'arc. Cet hydrogène (H) est projeté sur la pièce à souder. Les deux atomes se combinent au contact de la pièce qui sert de catalyse pour reformer la molécule (H2), et cette combinaison se fait en restituant la chaleur empruntée à l'arc. Mais cette deuxième transformation se fait sur une place si restreinte que la température atteint une valeur supérieure à celle de l'arc, elle est évaluée à 3.800 degrés. C'est un procédé qui est recommandé pour les soudures délicates devant présenter des qualités exceptionnelles.

Des procédés de soudure autogène énumérés, seules les soudures au chalumeau oxy-acétylénique et la soudure à l'arc électrique ont pris un développement industriel suffisant pour qu'elles puissent être à l'origine de maladies professionnelles chez les ouvriers qui les exécutent. Ce sont des procédés que nous allons étudier en détail et essayer de trouver tous les produits toxiques auxquels un soudeur peut être exposé.

LA SOUDURE AU CHALUMEAU OXY-ACETYLENIQUE.

La flamme oxy-acétylénique est la flamme soudante, pour ainsi dire, exclusivement employée aujourd'hui en soudure autogène. Elle s'obtient par la combustion, à l'aide d'un chalumeau approprié, d'un mélange d'acétylène et d'oxygène, théoriquement à volumes égaux, pratiquement 1,2 d'oxygène pour 1 d'acétylène. En brûlant à sa sortie du chalumeau, le mélange d'acétylène et d'oxygènes fournit de la vapeur d'eau et de l'oxyde de carbone. Ces gaz combustibles brûlent ensuite en empruntant 1 volume et demi d'oxygène à l'air ambiant, flamme secondaire qui n'est pas utilisée pour le soudage. Les produits ultimes de la combustion sont donc de la vapeur d'eau et du gaz carbonique. La flamme oxy-acétylénique est caractérisée par un petit dard bleuâtre suivi de la flamme secondaire transparente. A l'extrémité du dard, la température dépasse 3.000 degrés, c'est cette partie de la flamme qui est utilisée pour le soudage.

L'oxygène.

L'oxygène employé est livré dans le commerce dans des bouteilles contenant de cinq à sept mètres cubes de gaz à une pression de 150 kilogrammes-millimètre carré. Il est obtenu en grande quantité par extraction de l'air liquide (procédé Claude). Plus rarement on l'obtient par électrolyse de l'eau (procédé de fabrication de l'hydrogène).

Pureté de l'oxygène. — L'oxygène du commerce est livré actuellement à un titre variant de 97 à 99%. L'impureté est l'azote pour l'oxygène extrait de l'air liquide et l'hydrogène pour l'oxygène provenant de l'électrolyse de l'eau.

Acétylène.

L'acétylène est obtenu par l'action de l'eau sur le carbure de calcium. Le gaz nécessaire à la soudure peut être fabriqué sur le lieu de soudure même à l'aide d'appareils à acétylène de petit format, voire même portatifs. Mais actuellement on se sert surtout de l'acétylène livré en bouteilles. L'acétylène est produit par chute du carbure de calcium dans l'eau à l'aide d'appareils industriels. L'acétylène est épuré et séché. Puis il est dissous dans l'acétone et mis

dans des bouteilles spéciales. Il y est contenu à la pression de 15 kilog.

Epuration de l'acétylène.

L'acétylène brut renferme presque toujours de l'amoniaque; des phosphures et des arsenures d'hydrogène (phosphine et arsine) et de l'hydrogène sulfuré. A ces impuretés d'ordre chimique, il convient d'ajouter la vapeur d'eau et de la chaux à l'état de division extrême, poussière impalpable qui, provenant du générateur, reste en suspension dans le gaz. L'épuration des gaz devient nécessaire parce que la présence de phosphore et de soufre dans les métaux soudés altère considérablement la valeur mécanique de ceux-ci. La présence de vapeurs d'acide phosphorique que dégage la flamme du chalumeau employant de l'acétylène non épuré, irrite les yeux et les voies respiratoires des soudeurs.

L'épuration de l'acétylène se fait à l'aide d'agents chimiques qui fixent les impuretés. Actuellement on se sert d'un produit à base d'oxy-chlorure de fer et supporté par de la terre d'infusoire. Il est connu dans le commerce sous le nom de «Catalysol». L'épuration du gaz doit être rigoureusement contrôlée. Pour ceci il existe un procédé très simple: sur un papier buvard blanc on applique quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent à 5%, on présente la partie ainsi humectée à l'action de l'acétylène à quelques centimètres du bec. Si le papier noircit en quelques secondes, le gaz contient des impuretés. Si le papier reste blanc, l'épuration est parfaite. Si le papier ne teint que faiblement, l'épuration laisse à désirer. La flamme d'un chalumeau brûlant de l'acétylène impur est généralement opaque. Elle est d'un beau bleu transparent quand on se sert de gaz épuré.

L'acétylène dissous dans l'acétone est toujours épuré.

Nous venons d'étudier séparément le combustible et le carburant, que va donner la combinaison des deux?

Comme nous l'avons déjà mentionné: la combustion d'un volume d'acétylène nécessite 1,2 volume d'oxygène. Cette combustion est réalisée en pratique dans un appareil appelé chalumeau. Ces appareils sont simples, mais leur construction demande néanmoins une grande précision, pour que le mélange des deux gaz se fasse dans les meilleures conditions de fonctionnement. La puissance d'un chalumeau est basée sur la quantité d'acétylène consommée par heure. Les grands

modèles peuvent en consommer jusqu'à 4.000 litres par heure, les modèles les plus courants se contentent de consommer environ 1.000 litres par heure.

La flamme exige un réglage particulier. Le dard soudant ne doit comporter ni trop d'oxygène, ni trop d'acétylène. Il se caractérise par des contours absolument nets. Il est important d'avoir une flamme bien réglée, parce que l'excès de l'un ou de l'autre gaz donne des soudures défectueuses et provoque des phénomènes de combustion incomplète des gaz; cas qui favorisent l'apparition de produits toxiques.

Une deuxième source de produits toxiques par combustion incomplète est la suivante. Nous avons vu que la combustion des deux gaz donnait de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, à raison de un volume d'hydrogène et de deux volumes d'oxyde de carbone. L'oxydation et la combustion de ces deux gaz, qui se fait dans le panache de la flamme, exige un volume et demi d'oxygène de l'atmosphère où est pratiquée la soudure. Si on se sert d'un chalumeau de grande puissance l'exigence en oxygène peut être de l'ordre de quelques 1.000 litres au bout d'une heure de fonctionnement. Ainsi, s'il y a insuffisance d'oxygène, la combustion complète ne peut se faire et une quantité variable d'oxyde de carbone est libérée. Lorsque l'oxygène ambiant commence à manquer, la flamme oxy-acétylénique fait entendre un crépitement caractéristique.

Nous allons maintenant nous occuper de l'application pratique de la flamme oxy-acétylénique, c'est-à-dire de la soudure autogène d'un métal au chalumeau. Pour souder du fer, par exemple, on amène les deux pièces à souder au contact et on fait agir, sur les bords ainsi rapprochés, la flamme du chalumeau. Les deux bords entrent en fusion et le métal se soude. Lorsqu'un métal d'apport est employé, les pièces sont disposées comme ci-dessus. On prend une baguette du même métal que les pièces à souder et on le porte à l'endroit de la fusion. Ce procédé aide à combler l'affaissement provoqué par la fusion du métal et à donner à la soudure une légère surépaisseur. Le métal d'apport doit être exempt de toute impureté. Pour la soudure d'aciers doux on préconise l'usage de métal désoxydant contenant, en plus du fer, du carbone, du chrome, du nickel, du molybdène, du manganèse, du silicium.

Au cours de la soudure il se forme de l'oxyde de fer qui, étant plus léger, monte à la surface du métal en fusion. Si cet oxyde vient s'incorporer au métal, celui-ci perd une partie de ses propriétés mécaniques. Ceci est évité par l'emploi de produits désoxydants appelés décapants: poudres faites d'un mélange de carbonates et bicarbonates de soude, borate de soude et silice.

On pourrait étudier, à la suite de celle du fer, la soudure autogène de tous les métaux usuels. Nous ne nous arrêterons qu'à ceux qui paraissent présenter un intérêt en vue de l'étude des maladies professionnelles des soudeurs. L'inhalation de certaines vapeurs métalliques donne lieu à un symptôme bien connu que l'on appelle la fièvre des vapeurs métalliques. Ce sont surtout les vapeurs de zinc, de cuivre, de fer, d'argent, de cobalt, d'antimoine, de cadmium qui sont dangereuses.

Les vapeurs de cuivre se dégagent évidemment à la soudure autogène de ce métal et des alliages qui le contiennent: laiton, bronze, maillechort, cupro-nikel, bronze d'aluminium, métal Monel.

Le zinc, quand il est soudé à l'état presque pur, ne se volatilise pas. Pour obtenir sa volatilisation, il faut une température élevée (910 degrés) par rapport à sa température de fusion, qui est basse (410 degrés). La volatilisation est beaucoup plus forte quand on se trouve en présence d'alliages avec le cuivre et d'autres métaux. L'alliage le plus connu est le laiton, il contient environ un tiers de zinc pour deux tiers de cuivre.

Le laiton a pris une importance grâce à la soudo-brasure. Nous avions vu que la brasure simple consistait en la réunion de deux pièces métalliques au moyen d'un métal plus fusible. Autrefois la brasure était faite au feu de forge, actuellement on se sert surtout du chalumeau. Le métal fusible est le laiton. L'opération était accompagnée d'un abondant dégagement de fumées et de vapeurs de zinc, incommodant fort l'opérateur et faisant perdre au point de soudure une partie de ses qualités mécaniques. On est arrivé à introduire dans le métal des calmants qui réduisent ces phénomènes au minimum, mais qui n'arrivent pas à les empêcher complètement. Une des grandes utilisations du zinc est la galvanisation. Elle consiste à revêtir un métal d'une légère couche de zinc qui le protège contre les dégradations chimiques venues

de l'extérieur. Sur une telle pièce galvanisée subissant l'action de la soudure autogène la couche de zinc est volatilisée. C'est dans l'assemblage de métaux galvanisés que la soudo-brasure rend de grands services. Du moment que l'on prend du laiton fondant à basse température, la soudo-brasure entraîne la fusion de la couche de zinc, mais pas sa volatilisation. Ce qui fait que le métal reste en tout point bien protégé et que l'opérateur n'est pas incommodé par le dégagement de vapeurs de zinc.

Le cadmium pur n'entre pas en ligne de compte dans les opérations de soudure. Mais dans la métallurgie du cuivre on a essayé d'additionner du cadmium à celui-ci pour augmenter les qualités mécaniques du joint. Mais, somme toute, les dégagements de vapeurs de cadmium sont rares dans les travaux de soudure courante. On peut en dire autant de celles de cobalt, d'antimoine.

En résumant nous pourrons dire que de toutes les vapeurs dégagées au cours de travaux de soudure, les vapeurs de zinc sont de loin les plus importantes, pour ne pas dire les seules. Ce sont elles qui nous intéresseront surtout dans l'étude des maladies professionnelles des soudeurs. En dehors de la soudure, la flamme oxy-acétylénique est encore employée dans de nombreux cas. L'un des plus importants est l'oxy-coupage. Il consiste à couper le métal à l'aide d'une flamme oxy-acétylénique. On se base sur l'expérience de Lavoisier, qui faisait brûler une limaille de fer dans un jet d'oxygène. A l'endroit de la section il se fait une combustion du métal.

C'est un procédé qui ne s'applique qu'au fer, c'est-à-dire acier, bronze, etc. Il est de toute évidence que la combustion d'un métal s'accompagne de dégagement de vapeurs dudit métal, et ce seront des vapeurs de fer qui incommoderont les ouvriers occupés à ce genre de travail.

SOUDURE A L'ARC ELECTRIQUE.

Dans la soudure autogène à l'arc électrique, c'est l'électricité qui fournit la source de chaleur. On fait jaillir un arc entre la pièce à souder et la baguette de soudure elle-même. La soudure à l'arc avec électrode métallique est un processus complexe où on peut distinguer trois parties différentes:

1) Le passage du courant.
2) La fusion de la pièce à l'endroit de la soudure.
3) Le transport du métal provenant de la fusion de l'électrode.

Il faut un courant d'intensité suffisante pour que les électrodes deviennent incandescentes quand elles sont encore au contact l'une de l'autre. Si on fait la rupture du contact l'arc jaillit entre les deux pièces. L'arc une fois amorcé se maintient si la tension à ses bornes est suffisante et si l'intensité du courant est assez élevée pour maintenir la cathode à l'incandescence.

La pièce à souder est prise comme anode. Son échauffement plus élevé est dû au bombardement par les électrons. Ce bombardement est concentré sur un si petit espace que l'on atteint presqu'immédiatement la température d'ébullition du métal.

La baguette de soudure est prise comme cathode. Le transport du métal de la cathode sur l'anode ne peut pas être expliqué par la seule volatilisation du métal d'apport et la concentration des vapeurs métalliques sur la pièce. Les particules de métal d'apport sont projetées depuis la cathode, par l'explosion des gaz occlus, dans le métal de la baguette (CO). C'est du moins l'hypothèse à laquelle se rallient presque tous les auteurs.

Le métal en fusion du cratère absorbe de grandes quantités de gaz. Gaz puisés dans l'atmosphère et qui donnent naissance à des oxydes de fer et de carbone et à des nitrures de fer.

Pour éviter la formation de tels produits on tend, ces derniers temps, à entourer l'arc d'un écran d'hydrogène.

Les produits toxiques dégagés sont presque les mêmes que pour la soudure au chalumeau.

L'arc absorbant de grandes quantités d'oxygène au détriment de l'atmosphère ambiante, le travail se fera dans un air pauvre en oxygène.

Par le fait des petites quantités de carbone en présence, le dégagement d'oxyde de carbone sera minime.

La grande chaleur produite par l'arc volatilisera tous les métaux traités. Ce seront ces vapeurs métalliques qui formeront le plus fort contingent de produits toxiques. Ces vapeurs sont absolument identiques à celles dégagées au cours de la soudure autogène de ces métaux, et les décrire serait répéter ce chapitre de la soudure oxy-acétylénique.

Les produits toxiques dégagés au cours des procédés de soudure autogène et leur action sur l'organisme humain.

Maintenant que nous connaissons les procédés de soudure autogène et les phénomènes physiques et chimiques qui les accompagnent, nous allons étudier les produits toxiques isolés ainsi que leur action sur l'homme.

Ces produits peuvent être classés en trois groupes:

1) Des produits de combustion incomplète.
2) Des vapeurs métalliques.
3) Des impuretés dans l'acétylène.

Parmi les produits résultant de la combustion incomplète des gaz, nous citerons l'oxyde de carbone et l'acétylène. Nous avons vu comment un chalumeau fonctionnant dans une atmosphère pauvre en oxygène pouvait donner naissance à de l'oxyde de carbone. Ce gaz provoquera une intoxication qui est très bien connue actuellement. Connaissant sa symptomatologie, nous pourrons en faire le diagnostic et instituer le traitement qui s'impose.

L'acétylène peut se dégager à l'occasion d'une fuite dans la tuyauterie et quand la flamme du chalumeau se sera éteinte à défaut d'oxygène. L'ouvrier qui a d'abord été étourdi par l'oxyde de carbone n'aura pas pu fermer les robinets d'arrivée des gaz. La flamme une fois éteinte, il aura à subir les méfaits des inhalations d'acétylène. Ces méfaits sont heureusement, à ce moment, contrebalancés par des dégagements simultanés d'oxygène. Nous verrons dans une des prochaines observations comment un auteur américain a pu suivre l'évolution de ce genre d'intoxication.

L'acétylène a été employé comme anesthésique. On lui ajoutait de l'huile de pin pour en masquer l'odeur.

Horowitz, rapportant l'expérience de Gauss, établit que si l'acétylène est administré avec de l'oxygène dans la proportion de 40 volumes d'acétylène pour 60 volumes d'oxygène, la narcose est rapide, simple, sûre et sans agitation. La guérison est prompte et sans malaise notable. En même temps que l'on a recherché ses qualités d'anesthésique on a déterminé son degré de toxicité.

L'acétylène pur est un gaz inodore, son odeur désagréable vient des impuretés qu'il contient. Pur, il est physiologiquement inerte. Franken et Miklos ont conclu, à la suite de leurs expériences, qu'il est impossible de trouver des altérations histologiques aux organes des animaux qui ont subi une anesthésie de longue durée à l'acétylène.

Ses propriétés anesthésiantes découlent de ses propriétés asphyxiantes. Davidson a étudié à des concentrations diverses d'acétylène la durée des réflexes, les mouvements musculaires, l'activité de la mémoire et des fonctions d'association. Ces études ont conclu qu'en principe les effets de l'acétylène étaient voisins de ceux du gaz hilarant: oxyde d'azote. Employé à 10% de concentration, l'acétylène provoque des sensations d'intoxication bénigne avec paresthésie. Pas de symptômes subjectifs.

A 15% il se montrait déjà des signes nets d'intoxication accompagnés de loquacité, somnolence, impossibilité de marcher en ligne droite. Les signes d'intoxication ne sont jamais graves après une heure.

Ce n'est qu'à 20% que l'on peut observer de tels faits. Après 50 secondes d'inhalation, les premières sensations subjectives sont notées et au bout de 4 minutes le sujet présente des signes d'intoxication marquée. En plus de cela: rires, bavardages bruyants; vers la fin apparaissent des signes d'incoordination motrice.

A 25% d'acétylène ces symptômes sont plus marqués, avec difficulté de tenir la tête droite.

Ce n'est qu'à 30% qu'apparurent des signes d'incoordination générale, au bout de 10 minutes le sujet devint agressif et la parole prit un tour larmoyant.

A la concentration de 33% apparut enfin la perte de connaissance en moins de 7 minutes d'inhalation.

L'observation suivante, publiée par Zolten F. Wirtschafter et Edward D. Schwartz dans «The journal of hygiene and toxicology», est un exemple des plus frappants de l'intoxication d'un soudeur par des gaz provenant de combustion incomplète.

«Mr. G. G. travaillait dans un grand fût de brasserie ayant un diamètre de huit pieds. Un trou d'homme de dix-huit pouces dans le fond et un tuyau à gaz d'un pouce et demi constituaient toute la ventilation. L'ouvrier répandait de l'étain fondu à l'intérieur du fût à l'aide d'un pulvérisateur métallique. Des fils d'étain étaient fondus dans le pulvérisateur au moyen d'une flamme oxy-acétylénique, et pulvérisés au moyen d'air comprimé. Les conduits d'air comprimé et d'oxy-acétylène furent passés par le trou d'homme jusqu'au pulvérisateur. Comme on constata plus tard, la flamme commença à crépiter d'une façon intermittente pendant trente minutes environ. Mr G. essaya de régler la flamme, mais fut étourdi et perdit connaissance avant même de pouvoir s'échapper ou appeler au secours. Lorsqu'on le trouva, le conduit d'air comprimé était obturé, quoique la victime ne put se souvenir de l'avoir fait. Lorsqu'un détachement de pompiers et de médecins, qui avaient été appelés, arrivèrent sur les lieux, le patient était cyanotique et on ne put noter ni pouls ni respiration. Un mélange de 15% de gaz carbonique et 85% d'oxygène furent administrés par la méthode de respiration artificielle à plat ventre. Environ 5 minutes après, de faibles mouvements respiratoires spontanés apparurent. On fit des enveloppements chauds et continua d'administrer du gaz carbonique. La respiration se fit plus profonde et après quelques minutes on perçut des pulsations rapides et filantes. On abaissa le taux de l'acide carbonique à 7% et la respiration devint faible et le pouls imperceptible. On éleva le taux de gaz carbonique à 15% et un mieux s'établit: la cyanose diminua et le pouls redevint normal. A ce moment le patient reprit connaissance et fut placé sous un masque d'oxygène. Il se plaignait de douleurs précordiales et de palpitations. Le nombre de pulsations était à 120 et quelque peu arythmiques. Il se passa quinze heures sous ce masque et continuait à se plaindre de douleurs précordiales, de nausées et de maux de tête. Après trois jours il sortit de l'hôpital dans un état apparemment normal. Par un examen subséquent la ligne de fusion du fût fut trouvée défectueuse sur une longueur présentant environ trente minutes de travail normal. La ligne de soudure devint d'abord inégale, se déchiqueta graduellement et se rompit avant de cesser brusquement. Cela démontre graphiquement l'incoordination musculaire due à l'asphyxie par l'acétylène. Si nous établissons les rapports de l'incoordination musculaire et le développement de l'inconscience d'après les données de Davidson, il est très probable que la victime fut exposée à une concentration d'acétylène au-dessus de 33%. Evidemment la concentration de l'oxygène dans le fût s'était abaissée à un niveau tel qu'elle fut insuffisante pour assurer une oxydation complète de l'acétylène. Résultat: l'oxyde de carbone fut d'abord libéré et quand la flamme s'éteignit, ce fut le gaz d'acétylène pur. Ainsi s'effectua l'empoisonnement par l'oxyde de carbone suivi de l'asphixie par l'acétylène. Ce cas démontre clairement la nécessité d'une ventilation ainsi que l'importance du crépitement d'une flamme oxy-acétylénique comme servant d'avertissement de l'insuffisance d'oxygène dans l'air ambiant». (La traduction de ce travail américain ainsi que celui de

Mr Frank Wiliam de Washington a été assurée par les services de l'Office supérieur d'assurance sociale du Bas-Rhin).

A la suite d'inhalation de vapeurs métalliques on a isolé un symptôme qu'on a décidé d'appeler: fièvre des vapeurs métalliques. La chaleur de la flamme oxy-acétylénique ou de l'arc électrique est amplement suffisante pour volatiliser les métaux employés. La fièvre des vapeurs métalliques (fièvre des fondeurs de zinc, frissons de cuivre, frissons de zinc) s'installe très fréquemment à la suite d'une exposition aux vapeurs de zinc.

Selon Koelsh, l'inhalation de vapeurs de cuivre, d'argent, de fer, de cobalt et d'antimoine peut aussi produire des symptômes de la fièvre des vapeurs métalliques. Drinker, Thomson et Finn ajoutent le cadmium à la liste précédente. La combustion d'un enduit galvanisé (zinc) au moyen d'une flamme oxy-acétylénique constitue un danger très grand. Selon Hamilton les symptômes qui se présentent après quelques heures d'exposition consistent en frissons violents précédés de sécheresse de la gorge, de toux, de lassitude, d'oppression, de nausées et rarement de vomissements. Une fièvre de 101 degrés Fahrenheit peut s'installer après environ dix heures d'exposition. L'hyperpyrexie est accompagnée de leucocytose qui, dans les cas décrits par Sturgis, Drinker et Thomson s'élève à un maximum de 16.000 à 17.000.

Les symptômes diminuent au bout de quelques heures et le patient se trouve ordinairement assez bien portant pour retourner le lendemain à son travail. Drinker et ses collaborateurs ont attribué à juste raison à l'inhalation de vapeurs de zinc et d'oxyde de magnésium, l'apparition de fièvres de vapeurs métalliques. Selon Lehmann (cité par Drinker et Hamilton), le résultat est semblable à une infection aiguë ou à une réaction de protéines étrangères. Il croit que les symptômes sont une réaction vis-à-vis des produits toxiques résultant de la destruction des cellules de l'épithélium pulmonaire par les vapeurs métalliques inhalées. Drinker, Thomson, et Finn et d'autres ont démontré qu'il est possible d'acquérir un certain degré de résistance vis-à-vis des vapeurs métalliques. Résistance qui durerait aussi longtemps que la leucocytose, environ 24 heures.

Westhofen, au cours d'une inspection médicale de santé parmi les soudeurs, constata un grand nombre de cas d'infection respiratoire. Il l'attribue à l'irritation des voies respiratoires supérieures par les vapeurs métalliques.

Voici une observation de Frank Wiliam de Washington qui illustre à merveille ce que nous venons de dire des intoxications par vapeurs métalliques.

«Cas de pneumonie mortelle résultant de la soudure électrique d'un réservoir galvanisé. Mr M. D. était maître-soudeur et travaillait deux jours de suite à un travail pressé. Le travail consistait à souder électriquement les deux moitiés d'un réservoir contenant 500 gallons et qui était en acier galvanisé. M. D. et son aide rassemblaient les deux parties en faisant une soudure électrique de la couture. Ils se servaient d'une baguette recouverte d'un enduit bien connu pour brûler une partie de la couche galvanique et d'une baguette d'un type légèrement différent pour creuser. Toute la soudure fut faite seulement sur la surface externe du réservoir. Le travail se passait dans une pièce de 18 sur 25 sur 9 FT. (FT = 0,30 cm).

Lorsque le travail commença, il n'y avait aucune ventilation artificielle autre que le courant d'air de la boîte à feu du foyer à charbon qui chauffait la maison. La porte qui conduisait au hall était ouverte et les deux fenêtres qui donnaient sur la cour, comme je le pense, étaient fermées quand le travail commença. Mais M. D. se leva bientôt et souleva le chassis inférieur de la fenêtre. Mr M. D. se servait d'un écran à main courant pour se protéger les mains et les yeux. Mais il n'avait pas de protection respiratoire. Si ce travail avait été fait sur le chantier d'une construction industrielle convenablement équipée, elle aurait demandé six heures de travail à un ouvrier expérimenté.

M. D. exécuta cette soudure l'après-midi du 6. 11. 35; pour son travail il était assis sur les talons et prétend que les gaz dégagés étaient très désagréables. Il perdit connaissance un moment, mais ne croit pas que cela ait duré longtemps. Lorsqu'il revint à lui il était étendu par terre. On le ramena au magasin où il se reposa une heure et demie. Le soir il rentra chez lui et l'on me fit appeler à 11 heures du soir le même jour. Il se plaignait de fortes douleurs de poitrine, surtout à gauche, et crachait du sang. Sa température était de 102 degrés Farenheit; le pouls à 120 et la respiration à 36. A la base gauche je constatai de la submatité et des râles sous-crépitants. La deuxième visite fut faite à cinq heures trente le jeudi 7. 11. 35. M. D. avait eu une nuit extrêmement agitée, avait souffert de douleurs atroces. Il expectorait quantité de muco-sérosités sanglantes après chaque quinte de toux. Les signes cliniques à l'examen du poumon n'avaient pas changé depuis la veille. Je lui fis une piqûre de morphine et l'envoyai à l'hôpital d'urgence. Le matin même on fit une radiographie qui montra une congestion de la base gauche qui montait jusqu'à la troisième côte. L'apparence est celle d'une poussée pneumonique avec léger épanchement. Le cœur et les grands vaisseaux sont rétractés sur le côté gauche. Dans le lobe inférieur droit il y a une légère traînée péri-bronchique provenant probablement d'une atteinte antérieure.

On plaça Mr D. sous une tente à oxygène et lui donna de la codéine. Il refusa tout liquide sauf de l'eau. Le jus de fruits, le lait et les autres liquides augmentaient ses douleurs abdominales selon lui. Il absorba près de 5 litres d'eau par jour. Pour favoriser ses fonctions digestives on lui donnait des lavements quotidiens.

Examen des crachats:	Pneumocoques	4
Examen du sang:	Globules rouges	4.210.000
	Globules blancs	20.000
	Lymphocites	7
	Polynucléaires	93

Les urines montrèrent de l'albumine en trace avec de très rares globules blancs et rouges. Le 8. 11. on dut avoir recours à la morphine pour calmer les douleurs. Il toussait beaucoup et était agité. Les 10 et 11 11. on lui donne du glucose intraveineux. Le 11. 11. le malade commença à délirer et avait un faciès intoxiqué. A l'examen on trouva une induration du lobe gauche. Allant dans le dos jusqu'à la quatrième côte et dans l'aisselle. Il avait aussi quelques signes de condensation pulmonaire à la base droite. Pas de météorisme. La tension était de 120 sur 60. La respiration à 36. Somme toute, signes d'un état très alarmant. On lui donne une infusion de 1.000 cmc de sérum physiologique. L'image sanguine, à ce moment, donne:

Globules rouges	4.320.000
Lymphocites	8
Mononucléaires	1
Polynucléaires	91
Hémoglobines	84
Globules blancs	9.000

Le mardi matin la température était presque à 105 Fahrenheit. Le pouls à 160 et la respiration à 55. Il reçut de nouveau 1.000 cmc de sérum physiologique sous la peau. Il mourut le 12. 11. 35 à neuf heures.

L'autopsie fut pratiquée par le coroner du district. Les deux poumons étaient recouverts de fibrine et de plaques d'adhérences. Ils étaient fortement durcis et on les coupait difficilement. Le dôme du diaphragme était couvert d'adhérences et le foie était fortement congestionné. Le cœur était rempli de caillots. Les reins étaient fortement congestionnés. La muqueuse de l'estomac était entièrement à nue. L'autopsie mit donc en évidence que l'hépatisation des deux poumons, les lésions de la muqueuse gastrique, l'état du foie et des reins peuvent être imputés à une réaction toxique violente.

DISCUSSION.

«Un accident de type assez semblable a été décrit par Adler Herzmark (Ein Fall von tœdlicher Vergiftung durch nitrœse Gase beim Lichtbogenschweissen. Zentralblatt für Gewerbehygiene 1929. 6). Un homme employé depuis l'été 1924 à des travaux de soudure électrique commença à être indisposé en janvier 1926. Il se plaignait particulièrement la nuit de maux de tête, d'annorexie et de respiration difficile. Ces troubles se produisaient plus souvent l'été que l'hiver et il sentait un certain soulagement à l'air frais. Finalement le 4. 3. 29 il rentra à la maison, se sentant très mal. Le lendemain il retourne à son travail. Mais le soir il est pris de nausées et il se couche tôt. Le lendemain matin à six heures il a de la dyspnée et doit s'assoir dans le lit. Il se sent mieux à la suite d'une forte transpiration; mais ne peut pas se lever. Il fut alors pris de vomissements. Il part néanmoins à son travail, il a une nouvelle crise et cette fois, au lieu d'être cyanosé, il est pâle. Il meurt au cours d'un troisième accès de dyspnée.

L'auteur dit qu'il y avait un poêle dans la pièce où il travaillait. Le malade était très frileux. Il tenait toujours la fenêtre fermée. La pièce en question était très petite, les dimensions ne sont pas données. On peut retenir encore qu'il se servait de baguettes enduites pendant les derniers jours. La nature de l'enduit n'est pas donnée.

A l'autopsie on trouva: des poumons grands et bien dilatés, couvrant presqu'entièrement le cœur. A la coupe le poumon était congestionné et ruisselant de sérosité. La muqueuse des bronches était rouge vif ainsi que celle de la trachée. Le cœur était dilaté et le myocarde de couleur gris sale. L'auteur croit que l'œdème aigu du poumon et la dilatation cardiaque prouvent que l'homme fut tué par l'exposition répétée aux gaz nitreux dégagés par l'arc électrique. Déclare de plus que pour ces travaux les locaux devraient être convenablement aérés.

Dans le cas que je rapporte il a été impossible d'obtenir des sections des poumons en vue d'un examen histologique. Pour ce qui est des fumées dégagées de la soudure des fers galvanisés, il est reconnu par tous les soudeurs qu'elles ont souvent causé des nausées suivies de frissons et de fièvres. Les travaux de galvanisation ont mauvaise presse chez les soudeurs et les précautions prises par la maison qui employait M. D. indiquent que l'on se rendait compte que le travail pouvait être désagréable. Cependant je ne vois pas de raisons pour lesquelles cette compagnie aurait su que le travail était tel qu'il fut, c'est-à-dire mortellement dangereux.

Nous aurions pu dire à M. D. que probablement il aurait de la fièvre due aux fumées de métal après avoir soudé le fer galvanisé en cet endroit particulier, mais nous doutons que quelqu'un ait pu l'avertir du danger de ces gaz»

(Le journal d'hygiène industrielle de Baltimore. Vol. 17, 1935, p. 129-132).

L'acétylène du commerce contient un grand nombre d'impuretés. Celles-ci sont responsables de la mauvaise odeur de l'acétylène qui, pur, est inodore. Parmi toutes ces impuretés, il n'y en a que trois qui, d'après Hamilton citant Gerbis, sont réputées toxiques; ce sont les phosphures et les arsenures (phosphine et arsine) et l'amoniaque. Les phosphines donnent lieu à des symptômes typiques d'empoisonnement par le phosphore: troubles digestifs, ictère, urines rares et hautes en couleur, signes d'hépato-néphrite.

Les arsenures d'hydrogène peuvent présenter différentes variétés d'intoxications: la variété grave où quelques heures après l'accident on observe de l'hémoglobinurie, puis de l'anurie. Un ictère foncé survient dès le deuxième jour, puis des hémorragies, des éruptions cutanées. La mort survient le cinquième ou le sixième jour, elle est souvent précédée d'une rémission trompeuse. Dans la forme légère on n'observe que quelques troubles digestifs.

Nous pouvons établir qu'il existe réellement des troubles pathologiques et même mortels propres à la profession de soudeur. Cette maladie des soudeurs ne paraît pas encore être connue en France. Il a fallu emprunter les éléments de description à la littérature étrangère.

Chez Sch. et chez Kr. il a été nettement spécifié par le médecin qui les avait soignés qu'ils avaient présenté une maladie de Hodgkin atypique. Les rares hypothèses qui ont été faites quant à l'étiologie de la maladie de Hodgkin ont été suivies de telles controverses qu'il nous semble préférable de dire franchement que la cause de cette maladie nous est inconnue à l'heure actuelle.

Vis-à-vis d'une maladie dont la cause nous échappe aussi totalement, il est très difficile de désigner un produit toxique précis qui en serait la cause. Comme nous l'avons dit dès le début, la seule manière de conclure c'est de raisonner ici par la méthode des concordances.

Il existe indiscutablement une maladie mortelle imputable à un genre de travail pareil à celui fait par nos deux ouvriers. Mais l'état de la science dans la question ne nous permet pas de démontrer les rapports de cause à effet entre les conditions de travail de Sch. et de Kr. et la maladie de Hodgkin qui leur a été fatale. C'est un point qui reste absolument ouvert, puisque d'une part on ne connaît pas les causes de la maladie de Hodgkin et, d'autre part, ce sont les deux seuls cas de maladie des soudeurs de la littérature compulsée, qui prennent l'aspect clinique de la maladie de Hodgkin.

La maladie des soudeurs n'est pas reconnue par la législation actuelle comme maladie professionnelle indemnisable. Pour que le malade ait droit à l'indemnité, il faudrait pouvoir assimiler la maladie à un accident de travail. L'accident de travail, aux termes de la loi, exige une action violente d'une force extérieure. Il est impossible d'affirmer s'il y a eu intoxication brusque ou non chez Sch. et Kr., donc impossible également de ranger ces cas dans la classe des accidents de travail.

Nous voyons que si la médecine est très en retard quant aux maladies professionnelles des soudeurs, la législation, elle aussi, a du temps perdu à rattraper, puisqu'aucune loi ne prévoit actuellement l'indemnisation des ouvriers soudeurs atteints de cette maladie.

CONCLUSION

En conclusion nous pouvons affirmer que l'existence d'une maladie des soudeurs ne fait plus de doutes. Nous pouvons même dire qu'il existe des maladies des soudeurs. Dans les cinq observations de maladie de soudeurs que nous avons citées, nous avons trouvé trois formes cliniques différentes. Les deux premières ont ressemblé à une maladie de Hodgkin atypique; la troisième à une intoxication par l'oxyde de carbone et les deux dernières ont plutôt une ressemblance avec un syndrôme pulmonaire aigu, pneumonie ou œddème aigu du poumon. Avons-nous affaire ici à une même maladie, c'est-à-dire dont l'étiologie a été identique dans les cinq cas et qui a pris des aspects cliniques différents suivant le mode de réaction de l'organisme atteint? Ou bien s'agit-il de trois maladies distinctes, dues à trois causes différentes, par exemple à l'action de trois produits toxiques différents? Nous avons l'impression que cette hypothèse doit s'approcher le plus de la vérité. Quoiqu'il en soit, la question des maladies professionnelles des soudeurs reste encore très touffue. Pour pouvoir la démêler il sera nécessaire de disposer d'un grand nombre d'observations donnant en plus du tableau de la maladie le genre de procédé de soudure auquel les malades ont travaillé. Puissent les auteurs diriger leur esprit vers ce côté pour noter et publier avec force détails chaque cas de maladie de soudeurs qu'il leur sera donné d'observer.

Finalement nous ajouterons qu'il est essentiel d'assurer une bonne ventilation des locaux pour protéger les ouvriers contre tous les produits toxiques émanant des opérations de soudure autogène. Ceci peut être réalisé facilement dans un atelier; mais quand le travail doit être fait sur des pièces montées dans de sendroits mal aérés, ce problème est beau-

coup plus difficile à réaliser. A défaut d'installation d'appareils de ventilation forcée, il faudra réduire fortement le temps de travail de chaque ouvrier et installer un travail par roulement.

Strasbourg, le 1er juillet 1937.

Vu: Le Doyen: *André FORSTER.*

Vu: Le Président de thèse: *CHAVIGNY.*

Vu et permis d'imprimer.

Strasbourg, le 3 juillet 1937.

Le Recteur de l'Académie,
Président du Conseil de l'Université,
J. DRESCH.

BIBLIOGRAPHIE

ADLER-HERZMARK (cité par Frank Wiliam de Washington): Ein Fall von tœdlicher Vergiftung durch nitrœse Gase beim Lichtbogenschweissen. Zentralblatt für Gewerbehygiene. 1926. 6.

BULLETINS DE LA SOCIETE DES INGENIEURS SOUDEURS.

DAVIDSON B. M.: Studies of intoxication; action of acetylene. J. Pharmacol. and Expert. Therap. 25. 119. 1925.

DRINKER, P. THOMSON M. and FINN J. L.: Metal fume fever. III The effects of inhaling magnesium oxyd fume. This journal 9. 187. 1927.

DRINKER, P.P THOMSON, R. M. and FINN: J. L. Metal fume fever. II. Resistance acquied by inhalation of zin oxyde on two successive days. Ibid. 9. 98. 1927.

FRANKEN H. und MIKLOS.: Experimentelle Untersuchungen über die Frage der Organschaden nach Gasnarkose. (Acetylen, Aethylen und Stick oxydul.). Zentralblatt für Gynækologie. 57. 2493. 1925.

GRANJON et ROSEMBERG: Traité de soudure autogène et d'oxy-découpage.

HAMILTON A.: Industrial toxicology. New York. Harper and brothers. 1934, p. 87.

HAMILTON A.: Industrial toxicology. New York. Harper and brothers. 1934, p. 232.

HOWITZ C. H. S. A.: A new general anesthetic. The Lancet, I, 619. 1923.

KEETCH H. R.: Captain, Windsor, Ontario fire departement. Personal communication.

KOELSCH F.: Metal fume fever. This journal, 5, 87. 1923.

LEONARD G.: L'arc électrique et son application à la soudure.

PORTEVIN A.: Les bases scientifiques de la soudure autogène.

STURGIS C. C., DRINKER P. and THOMSON R. M.: Metal fume fever. II. Clinical observation of the effect of experimental inhalation of zinc oxyd by two apparently normal persons. The journal, 9. 88. 1927.

WESTHOFEN: Occupation illness in electric welding. Zeitschrift für Medizinalbeamte, 47, 85. 1934. Abstracted in the Journal, 17. 13. 1935.

WIRTSCHAFTER, ZOLTEN F. et Edward D. SCHWARTZ in The Journal of hygiene and toxicology. Vol. 18. 1936. P.P 158.

WILIAM FRANK, L. M. D. F. A.: C. PP. Washington. dans le journal d'hygiène industrielle de Baltimore. Vol. 17, 1935. P. 129-132.